第48講

3　電気分解

(3)　電気分解を利用した工業的製法

③軽金属の製法

水溶液を電気分解しても，軽金属の単体は得られないため，融解液を電気分解する。

例：アルミニウムの製法

両極に炭素電極を用いて，酸化アルミニウムの融解液を電気分解する。酸化アルミニウムの融点は約2000℃と高いため，融点降下剤として氷晶石$Na_3[AlF_6]$を用いて融解させる。

(＋)$C + 2O^{2-} \longrightarrow CO_2 + 4e^-$

$C + O^{2-} \longrightarrow CO + 2e^-$

(－)$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$

⇒陽極で酸素が発生しないことに注意しよう。

☆各極の反応式が書ければ，計算問題も正誤問題等もきちんと正解できる。各極の反応式がすらすら書けるように練習しよう。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第48講　演習問題

10

〔Ⅱ〕 質量パーセントで80.00％の銅を含有し，その他の成分として鉄と金属Ａのみを含む銅合金がある。この合金および純銅を電極に用いて，十分な量の硫酸酸性の硫酸銅(II)水溶液中で，電流を9.65Ａとして一定時間電気分解を行った。その結果，陽極は均一に消費されて質量は265.0ｇ減少し，その下には金属が沈殿した。また，陰極には１種類の金属のみが析出し，陰極の質量は254.0ｇ増加した。次の問いに答えよ。ただし，各元素の原子量は，Fe＝56，Cu＝63.5，ファラデー定数は9.65×10^4C/molとし，水溶液中に存在する金属イオンはすべて２価とする。なお，陽極の消費，陰極への金属の析出以外の反応は起こらなかったものとする。

問１　金属Ａとして可能なものはどれか。

1. 亜鉛　2. スズ　3. ナトリウム　4. 銀　5. ニッケル

問２　電解時間および陽極の下に沈殿した金属の質量を求めよ。解答は有効数字３桁目を四捨五入して，それぞれ次の形式により示せ。

電解時間□.□$\times10^3$分

金属の質量□□g

11

〔Ⅰ〕 陽極に炭素，陰極に鉄を用いて塩化ナトリウムの融解塩電解を行った。陽極から発生した気体が標準状態(0℃，1.01×10^5Pa)で1.12Ｌあったとき，陰極で起こる変化として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

①　ナトリウムが1.15ｇ析出　②　ナトリウムが2.30ｇ析出

③　ナトリウムが4.60ｇ析出　④　水素が0.56Ｌ発生

⑤　水素が1.12Ｌ発生　⑥　水素が2.24Ｌ発生

〔Ⅱ〕 アルミニウムの製造に関する次の文章を読み，下の問いに答えよ。ただし，各元素の原子量は，C＝12，O＝16，F＝19，Na＝23，Al＝27とし，ファラデー定数を96500C/molとする。

　ボーキサイトから精製したAl_2O_3に氷晶石($Na_3[AlF_6]$)を加えて溶融すると，溶融塩中でAl_2O_3は，Al^{3+}とO^{2-}に電離して存在する。これを，炭素を陽極および陰極として電解すると，陰極でアルミニウムが融解状態で析出する。一方，陽極では，生じた酸素がただちに炭素電極と反応して二酸化炭素および一酸化炭素を発生するので，陽極の炭素電極はしだいに消耗する。

問１　融解塩電解(溶融塩電解)によって，アルミニウムを1800g析出させた。この電解に要した電気量を求めよ。解答は有効数字3桁目を四捨五入して，右の形式により示せ。

□.□×10^7C

問２　問１において，陽極の消耗量は，1140gであった。発生した二酸化炭素と一酸化炭素の物質量の比を求めよ。ただし，陽極で生じた酸素は，すべて炭素電極と反応したものとする。解答は小数点以下第１位を四捨五入して，右の形式により示せ。

CO_2：CO＝1：□□

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

12　次の文章を読み，問1～問4に答えよ。

生体内では糖を酵素で酸化することによりエネルギーをつくりだしている。酸化・還元反応は電子の授受として考えることができるので，酵素反応を利用する電池をつくることができる。この酵素バイオ電池はバイオ廃棄物などから効率よく発電する自然エネルギーシステムとして期待されている。その原理を考えてみよう。酵素バイオ電池の構造を図1の左側に示す。H^+が透過できる膜を挟んだ2枚のPt網のうち，一方の表面にはグルコースを酸化する酵素であるグルコースオキシダーゼを含む膜が貼ってあり，このPt網を電極Aとする。もう一方のPt網の表面にはO_2還元酵素を含む膜が貼ってあり，このPt網を電極Bとする。これをグルコースとO_2を含む溶液に浸せば，電極Aでグルコースがグルコースオキシダーゼによって酸化される。その反応を反応式(1)に示す。発生した電子は外部回路を通り，H^+は膜を透過してそれぞれ電極Bに達し，O_2の還元反応に使われる。

この酵素バイオ電池にPtまたはCu電極をNa_2SO_4または$CuSO_4$水溶液にそれぞれ浸した3つの電解槽を図1の右側のように接続した。酵素バイオ電池の溶液に(　ア　)gのグルコースを加えた瞬間から電流計の値は100mAを示し続け，2時間8分40秒後，全てのグルコースが消費された瞬間に電流は0mAになったとする。この間，電解槽の電極D，E，Fでは金属の溶解あるいは析出のみが起き，電極C，G，Hでは気体の発生のみが起こった。析出した金属単体の質量は合計(　イ　)gであり，電極Hで発生した気体の体積は標準状態(0℃，1.01×10^5Pa)で44.8mLであった。

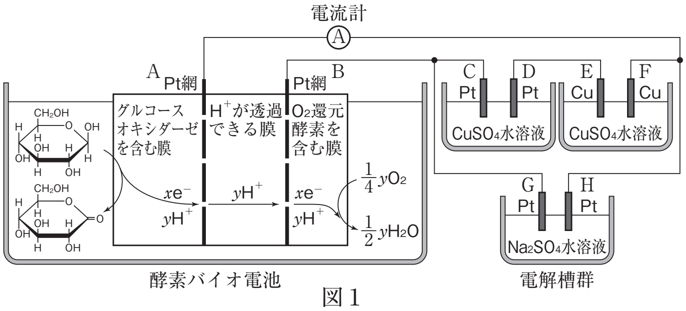
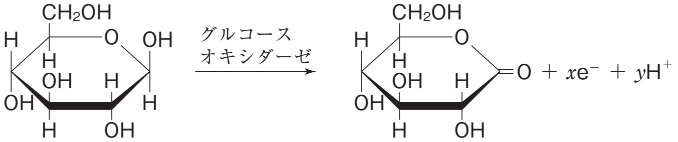


図1

反応式(1)



問1　反応式(1)のx，yに入る数字をそれぞれ答えよ。

問2　酵素バイオ電池の溶液に加えたグルコースの質量(　ア　)gを求めよ。

問3　電極Gで発生した気体の分子を示し，標準状態(0℃，1.01×10^5Pa)における体積を求めよ。

問4　析出した金属の合計質量(　イ　)gを求めよ。

第48講　確認テスト

1　酸化アルミニウムに氷晶石を加えて融解し，両極に炭素を用いて電気分解を行った。8.7×10^5クーロンの電気量が流れたとき，陽極・陰極の変化の組み合わせとして最も適当なものを，次の㋐～㋓のうちから一つ選べ。ただし，ファラデー定数は96500（C/mol）とする。

	陽極	陰極		陽極	陰極
㋐	O_2発生	Alが27ｇ析出	㋑	O_2発生	Alが81ｇ析出
㋒	CO，CO_2発生	Alが27ｇ析出	㋓	CO，CO_2発生	Alが81ｇ析出

2　次の文を読み，下の問１～問５に答えよ。

模式的に図１に示した電解装置を用いて希硫酸の電気分解の実験を行った。この装置には白金電極（Pt）が挿入された断面積$5.0\,cm^2$の目盛り付きガラス管A，Bが取り付けてある。図１のように希硫酸を満たし，一定の電流を15分間流した。電流を流している間，陰極側(B)で発生した気体がガラス管の中で占める高さhを１分間隔で測定した（図２）。図３は通電後の時間（分）とh（cm）の関係を示したものである。なお，この実験は大気圧$1.0\times10^5\,Pa$，温度27℃のもとで行った。

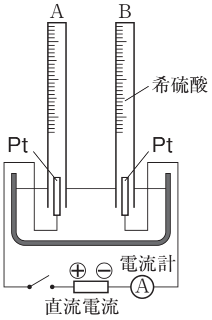


図１

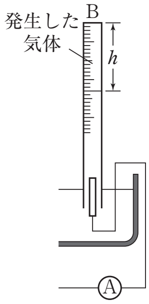


図２

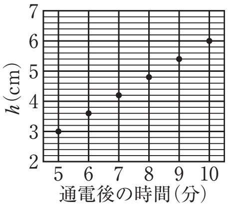


図３

解答に際して，気体はすべて理想気体とし，気体の水への溶解および水の蒸気圧は無視できるものとする。また，ガラス管の中の気体の圧力は大気圧と等しいものとする。ファラデー定数は$F=96500\,C/mol$，気体定数は$R=8.3\times10^3\,Pa\cdot L/(mol\cdot K)$とする。

問１　通電を開始して５分後から10分後の５分間に陰極側(B)で発生した気体の物質量（mol）はいくらか。次の㋐～㋓のうち最も近いものを選び，記号で答えよ。

㋐　1.2×10^{-4}　　㋑　3.0×10^{-4}　　㋒　6.0×10^{-4}　　㋓　1.2×10^{-3}

問２　通電を開始して５分後から10分後の５分間に回路を流れた電気量（C）はいくらか。次の㋐～㋓のうち最も近いものを選び，記号で答えよ。

㋐　5.8　　㋑　116　　㋒　232　　㋓　290

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　この電気分解の間に回路に流した一定の電流（A）はいくらか。次のⓐ～ⓔのうち最も近いものを選び，記号で答えよ。

ⓐ　0.13　　ⓘ　0.19　　ⓤ　0.25　　ⓔ　0.39

問４　通電が終わったとき，陽極側(A)で発生した気体が占める高さ（cm）はいくらか。次のⓐ～ⓔのうち最も近いものを選び，記号で答えよ。

ⓐ　1.5　　ⓘ　2.5　　ⓤ　3.5　　ⓔ　4.5

問５　希硫酸のかわりに塩化ナトリウム水溶液を用いて同じ条件で電気分解を行ったとき，陽極側(A)では希硫酸の場合と異なる気体が発生した。通電を開始して15分後に陽極側(A)で発生したその気体が占める高さ（cm）はいくらか。次のⓐ～ⓔのうち最も近いものを選び，記号で答えよ。

ⓐ　7.0　　ⓘ　8.0　　ⓤ　9.0　ⓔ　10.0

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第48講　演習問題

10

〔Ⅱ〕 問１　4

問２　[1].[3] $\times 10^3$ 分，[1][6] g

11

〔Ⅰ〕 ②

〔Ⅱ〕 問１　[1].[9] $\times 10^7$ C

問２　[1][8]

12

問１　x　2　　y　2

問２　0.720（g）

問３　O_2，22.4 mL

問４　0.254（g）

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第48講　確認テスト

1　㊁

2　問１　㋒　　問２　㋑　　問３　㊁　　問４　㊁　　問５　㋒　　問７　㊁

【解説】

1　陽極では二酸化炭素と一酸化炭素が発生する。

また，陰極ではアルミニウムが析出しその質量は

$$8.7\times\frac{10^5}{96500}\times\frac{1}{3}\times 27=\boxed{81}\,\mathrm{g}$$

2　問１　グラフより，５分から10分の間に高さが３cm増加していることがわかる。よって３×５＝15cm^{3}の水素が発生した。

$$15\times 10^{-3}\times\frac{273}{300}\times\frac{1}{22.4}=\boxed{6.09\times 10^{-4}}\,\mathrm{mol}$$

問２　流れた電子は水素の２倍の物質量である。

$$6.09\times 10^{-4}\times 2\times 96500=\boxed{117}\,\mathrm{C}$$

問３　xアンペアとすると

$$x\times 300=117\qquad x=\boxed{0.39}\,\mathrm{A}$$

問４　グラフより，水素は15分間で９cmになる。酸素は水素の$\frac{1}{2}$倍発生するので，$\boxed{4.5}$cmである。

問５　水素と同量の塩素が発生するため，$\boxed{9}$cmである。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。